



高考备考专家系列丛书

依据国家教育部最新课程标准和教学大纲编写

高考备考专家

高二

同步
TONG BU DAO DU 导读

北京师范大学新课标教学研究中心 组编

生物(下)



北京邮电大学出版社
<http://www.buptpress.com>



高考备考专家系列丛书

依据国家教育部最新课程标准和教学大纲编写

高考备考专家

高二

同步导读
TONG BU DAO DU

北京师范大学新课标教学研究中心 组编

生物(下)



北京邮电大学出版社
<http://www.buptpress.com>

图书在版编目(CIP)数据

高二同步导读·生物(下)/北京师范大学新课标教学研究中心编. —北京:北京邮电大学出版社, 2004

ISBN 7-5635-0903-8

I. 高... II. 北... III. 生物课—高中—升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 042491 号

书 名 高二同步导读·生物(下)
主 编 北京师范大学新课标教学研究中心
责任编辑 周 堃 邓 艳
出版发行 北京邮电大学出版社
社 址 北京市海淀区西土城路 10 号 邮编 100876
经 销 各地新华书店
印 刷 北京市彩虹印刷有限责任公司
开 本 850 mm × 1 168 mm 1/16
印 张 7
字 数 220 千字
版 次 2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-5635-0903-8/Q·1
定 价 10.00 元

如有印刷问题请与北京邮电大学出版社联系

电话:(010)62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

Http://www.buptpress.com

版权所有

翻版必究



高

二,是高考备考蓄势待发的阶段。您准备好了吗?

此时,您是置身于题海,而无法参透书中的精髓;还是备感茫然,一味的烦恼,而无法把握学习的方向,掌握知识的重点;还是觉得高考太神秘,而找不到解决问题的钥匙?

相对高考来说,高二这一年就像是站在地平线上观望喷薄欲出的红日,也像是站在海岸线上眺望初现篷帆的航船。在您蓄锐整装的时刻,是否有必要听听我们编者的几句肺腑之言?

高考是人生的重要里程碑,顺利通过考试,步入自己理想的大学,踏进神圣的殿堂是莘莘学子强烈的渴望。而高二正是高考道路上积蓄力量,奋勇拼搏的阶段。在这一阶段,要日日行不怕路万里,时时学不怕书万卷。正所谓苦磨剑十余载,一朝出鞘惊世人。

工欲善其事,必先利其器,所以,在高二的时候应该有一套适合自己、适合进度、贴近教材、贴近高考的参考书。“事倍功半”和“事半功倍”的道理,想必大家早已谙熟于心的吧!

我们编者一直本着“想同学之所想,急同学之所急”的原则,推出高考备考专家系列丛书之高二同步导读,为您答疑解惑,伴您走过高二这段难忘的时光。

书中内容紧贴教材、紧扣考纲。“本章知识网络归纳”、“本章精讲”、“目标定位”、“要点查看”、“知识点击”等使您系统地复习教材,有纲可循。“例题刷新”、“能力升级”使您扎实地掌握知识,有题可练。“方法浏览”、“重点搜索”、“高考热点透析”、“高考链接”为您备战高考提供了实战的思路和演练的平台。

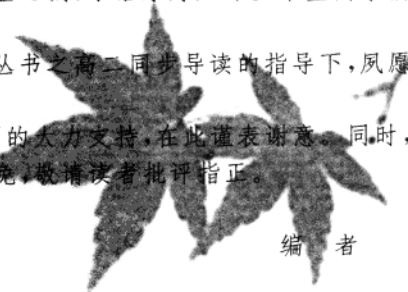
拥有她,您就如同拥有一位专家,可以随时得到帮助和指导,又如同拥有一台储备丰富的掌上电脑,可以随地查阅和练习。相信在本丛书的指导下您的学习成绩,就像“芝麻开花——节节高”。

虽为“促膝小语”,却是“金玉良言”,促膝方显心诚,小语才好入耳。希望同学们靠汗水浇出胜利果实,凭方法走到成功彼岸。

最后祝愿同学们在这套高考备考专家系列丛书之高二同步导读的指导下,夙愿得偿,一举成名。

本套丛书在编写过程中承蒙有关领导、老师的大力支持,在此谨表谢意。同时,因水平所限,加之时间仓促,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者





目 录



第六章 遗传和变异

本章知识归纳	1
第一节 遗传的物质基础	1
第二节 遗传的基本规律	14
第三节 性别决定和伴性遗传	22
第四节 生物的变异	27
第五节 人类遗传病与优生	33
本章综合测试	37



第七章 生物的进化

本章知识归纳	43
本章综合测试	46



第八章 生物与环境

本章知识归纳	51
第一节 生态因素	51
第二节 种群和生物群落	56
第三节 生态系统	59
本章综合测试	73

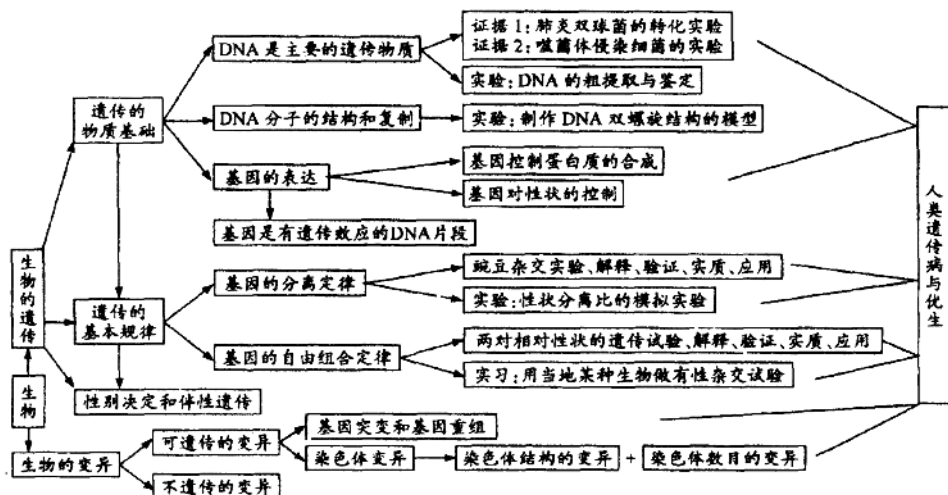


第九章 人与生物圈

本章知识归纳	77
第一节 生物圈的稳态	77
第二节 生物多样性及其保护	81
本章综合测试	83
期中测试	87
期末测试	91
参考答案	95

第六章 遗传和变异

本章知识归纳



第一节 遗传的物质基础

一、DNA 是主要的遗传物质



目标定位

DNA 是主要的遗传物质(理解)



要点查看

1. DNA 是遗传物质的直接证据——两个经典实验的设计思路和方法

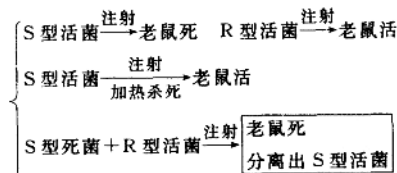
实验原理:肺炎双球菌的转化实验和噬菌体侵染细菌的实验是证明 DNA 是遗传物质的两个经典实验。这两个著名实验的设计思路和原理基本相同,即:设法把 DNA 与蛋白质分开,单独地、直接地去观察 DNA 的作用,从而证明了 DNA 是遗传物质,而蛋白质不是遗传物质。

实验方法:

(1)肺炎双球菌的转化实验

1928 年格里菲思利用两个品系肺炎双球菌进行的转化实验被称为体内转化实验。

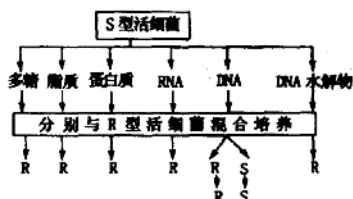
实验过程:



据此,格里菲思得出了被杀死的 S 型细菌中含有“转化因子”。

为了弄清转化因子是什么物质,1944 年艾弗里等人进行了体外转化实验,即从 S 型活细菌中提取 DNA、蛋白质和多糖等物质,分别加入到 R 型细菌的培养基中进行培养,结果发现只有 DNA 才能使 R 型细菌转化

为 S 型细菌。其过程如下:



结论: DNA 是遗传物质, 蛋白质不是遗传物质。

转化的实质: 转化是游离 DNA 片断的转移和重组。游离的 DNA 片断叫转化因子。当 R 型细菌的 DNA 和 S 型的含有控制荚膜形成的 DNA 片断结合, 形成杂合的 DNA 后, 控制荚膜形成的基因在 R 型细菌体内得到表达, 从而控制了荚膜的合成——R 型细菌→S 型细菌。通过转化形成的 S 型细菌最初含量很少, 但它在动物或人体细胞内大量繁殖、扩散、使之患病。

(2) 噬菌体是一种专门侵染和寄生在细菌等微生物细胞中的病毒, 繁殖快, 并能迅速地裂解细菌等微生物细胞, 故常用作分子遗传研究的材料。

1952 年, 美国科学家赫尔希和蔡斯做了著名的 T_2 噬菌体侵染大肠杆菌的实验。他们用放射性同位素 ^{35}S 标记一些 T_2 噬菌体蛋白质外壳, 用放射性同位素 ^{32}P 标记另一些 T_2 噬菌体 DNA, 然后用这些 T_2 噬菌体分别去侵染未被标记的大肠杆菌, 同时测定同位素标记。其过程如下:

吸附: 噬菌体用尾部末端吸附在细菌表面

↓
注入: 通过溶菌酶破坏细菌局部, ^{32}P (即 DNA) 通过尾部进入细胞, ^{35}S (即蛋白质外壳) 留在外面

↓
生物合成: 以亲代噬菌体 DNA (含 ^{32}P) 为模板, 以细菌体内的核苷酸为原料复制出子代噬菌体 DNA, 以细菌的氨基酸为原料合成出子代噬菌体的蛋白质外壳

↓
组装: 蛋白质外壳与 DNA 分子组成子代噬菌体

↓
释放: 细菌细胞破裂, 释放出几十个至几百个的子代噬菌体

结论: 从上述过程分析可知, 亲代蛋白质外壳留在外面, 不具有连续性, 不是遗传物质; DNA 分子进入噬菌体内, 指导合成许多子代噬菌体, 具有连续性, 是遗传物质。

以上实验只能说明 DNA 是遗传物质, 但不能证明 DNA 是主要的遗传物质。

2. DNA 是遗传物质的间接证据

DNA 是遗传物质的间接证据要早于肺炎双球菌的转化实验。主要包括以下四点:

① DNA 分布于染色体内, 是染色体的主要成分, 而染色体是直接遗传有关的。

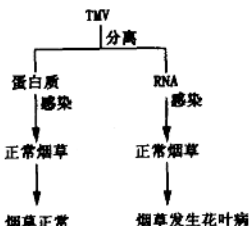
② 细胞核内 DNA 的含量十分稳定, 而且与染色体的数目存在着平行关系: 在同一种生物的细胞中, 体细胞 (二倍体) 中 DNA 的含量是生殖细胞 (单倍体) 中 DNA 含量的 2 倍, 而体细胞中染色体的数量也正好是生殖细胞的 2 倍。

③ DNA 在代谢中较稳定, 不受生物体的营养条件、年龄等因素的影响。

④ 作用于 DNA 的一些物理和化学因素, 如紫外线、X 射线等都可以引起生物体遗传特性的改变。

3. RNA 也是遗传物质

烟草花叶病毒 (简称 TMV), 其基本成分是蛋白质和 RNA, 体内无 DNA。为查明其遗传物质, 1957 年格勒和施拉姆进行了如下实验:



结论: 烟草花叶病毒的遗传物质是 RNA。

后来有人将烟草花叶病毒的 RNA 与车前草病毒的蛋白质结合在一起, 形成一个类似“杂种”的新品系, 用它进行感染实验, 发生的病症以及繁殖出的病毒类型, 都与烟草花叶病毒的相同, 证明这些病毒的遗传物质是 RNA, 蛋白质不是遗传物质。

4. DNA 是主要的遗传物质

因为绝大多数生物的遗传物质是 DNA, 只有极少数生物 (如某些病毒) 遗传物质是 RNA, 所以说 DNA 是主要的遗传物质。对某种生物来说, 遗传物质只有一种, 要么是 DNA, 要么是 RNA。没有 DNA 的生物, 其遗传物质是 RNA。

5. DNA 的粗提取与鉴定

(1) 实验原理

① DNA 在氯化钠溶液中的溶解度, 是随着氯化钠浓度的变化而改变的。当氯化钠的物质的量浓度为 0.14mol/L 时, DNA 的溶解度最低。

② DNA 不溶于酒精溶液, 但是细胞中的某些物质则可以溶于酒精溶液。

③DNA遇二苯胺(沸水浴)会染成蓝色,因此,二苯胺可以作为鉴定DNA的试剂。

(2)方法步骤

材料制备:

0.1g/mL 柠檬酸钠 100mL }
活鸡血 180mL } → 500mL 烧杯 →

玻璃棒搅拌 → 1000r/min 离心 2min → 吸去上清液,即得到鸡血细胞液。(亦可将上述烧杯置于冰箱中,静置一天使血细胞自行沉淀)

方法步骤:

①提取血细胞核物质
a. 取血细胞液 5~10mL + 20mL 蒸馏水,玻璃棒沿一个方向快速搅拌
b. 纱布过滤,滤液中含DNA和其他核物质,如蛋白质
c. 原理:血细胞的细胞膜、核膜吸水胀破,玻璃棒快速搅拌机械加速血细胞破裂

②溶解核内DNA:滤液 + 2mol/L NaCl 溶液 40mL, 玻璃棒沿一个方向搅拌

③析出含DNA的黏稠物:向上述溶液缓缓加入蒸馏水,并轻轻地沿一个方向搅拌,出现丝状物,当丝状物不再增加时,停止加水(此时NaCl溶液相当于被稀释到0.14mol/L)

④滤取含DNA的黏稠物:用多层纱布过滤,含DNA的黏稠物留在纱布上

⑤再溶解:DNA黏稠物, 20mL 2mol/L NaCl 溶液, 50mL 烧杯, 上述黏稠物 缓慢搅拌, 3min

⑥过滤含DNA的2mol/L NaCl 溶液:用2层纱布过滤,滤液中含DNA

⑦提取含杂质较少的DNA:上述滤液 + 95% 酒精, 缓慢搅拌, 出现乳白色丝状物,用玻璃棒将丝状物卷起

⑧DNA鉴定:

1管
0.015 mol/L NaCl 溶液 5mL
4 mL 二苯胺
沸水浴 5min (不出现浅蓝色)

2管
4 mL 二苯胺
丝状物 (DNA)
0.015 mol/L NaCl 溶液 5mL
沸水浴 5min (溶液逐渐出现浅蓝色)

附:DNA在NaCl溶液中的溶解度曲线图(图6-1-1)

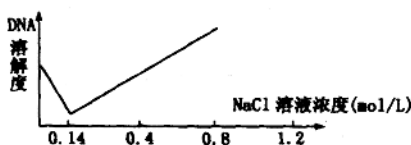


图 6-1-1

6. 对“DNA 是主要的遗传物质”以及“染色体是遗传物质的主要载体”中的“主要”二字的理解

生物的遗传物质有两种,即DNA和RNA。在真核生物、原核生物体内既有DNA也有RNA,它们的遗传物质是DNA而不是RNA。在病毒和类病毒中,有的只含DNA,有的只含有RNA,它们的遗传物质有的是DNA,有的是RNA。绝大多数生物的遗传物质是DNA,因此DNA是主要的遗传物质。

真核生物(占生物种类的绝大多数)体内的DNA主要存在于细胞核内的染色体上,少数存在于细胞质中的线粒体、叶绿体中,因此染色体是遗传物质的主要载体。又根据DNA的存在部位不同,将遗传方式划分为细胞核遗传和细胞质遗传。

7. 对遗传物质必须具备四个条件的理解

(1)分子结构具有相对的稳定性,是指遗传物质本身在细胞组成和结构方面是相对稳定的,不像糖类、脂质、蛋白质那样,经常处于变化的状态。DNA分子是由几百个乃至上亿个脱氧核苷酸(四种)组成的规则的双螺旋结构,碱基配对是严格的,碱基对的配对方式是稳定不变的,它在细胞中的含量是相对稳定的。

(2)能够进行自我复制,使生物前后代具有一定的连续性,是指遗传物质可以将自身的分子严格复制,并将复制后的分子向子代传递,使亲子代间遗传物质结构一定,保证前后代相应性状的稳定。

(3)能够指导蛋白质的合成,从而控制新陈代谢过程和性状,这时遗传物质将遗传信息传到子代,只有控

制子代个体发育中合成的特定结构的蛋白质,才能体现与亲代一致的生物性状。

(4)产生可遗传的变异,是指遗传物质的分子结构发生变化,相应性状也发生变化,这种变化是遗传物质变化的结果,变化了的分子结构又具有相对稳定性,不断传递下去,使变异的性状在后代连续出现,即出现可遗传的变异。

8.在肺炎双球菌的转化实验中,体现了生物学实验设计的一个重要原则——对照原则

对照方法有以下几种:空白对照、条件对照、自身对照、相互对照等。格里菲思的实验体现出相互对照原则,而艾弗里的实验则体现出了条件对照的方法。

从结构上分析,噬菌体只有 DNA 和蛋白质两种化学成分,这与染色体的组成非常相似,而且噬菌体在感染细菌时,能够“自动”地把 DNA 和蛋白质分开,这就有利于科学家们直接地、单独地观察 DNA 的作用。但由于病毒太小,观察起来比较困难,放射性同位素的发现及应用,为科学家们跟踪 DNA 的行为提供了有力武器,可见科学研究离不开科学技术的发展和支撑,而科学技术又不是凭空产生的,必须依科学为基础,艾弗里等人的转化实验也充分说明了这一点。



例题刷新

【例 1】1944 年,美国科学家艾弗里和他的同事,从 S 型活细菌中提取出了 DNA、蛋白质和多糖等物质,然后将它们分别加入培养 R 型细菌的培养基中。结果发现只有加入 DNA 的培养基中,R 型细菌才能转化成 S 型细菌。而加入蛋白质、多糖等物质的培养基中,R 型细菌不能发生这种变化。这一现象说明 ()

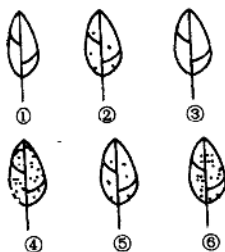
- A. S 型细菌的性状是由其 DNA 决定
- B. 在转化过程中,S 型细菌的 DNA 可能进入到了 R 型细菌细胞中
- C. DNA 是遗传物质
- D. 蛋白质和多糖在该转化实验中,正好起了对照作用

【解析】对实验结果进行逻辑分析,只有加进了 S 型细菌 DNA 的培养基中,R 型细菌才发生转化,表现出 S 型细菌的性状,这说明 S 型细菌的 DNA 肯定进入了 R 型细菌细胞中,实现对其性状的控制,也说明 DNA 是遗传物质。加入蛋白质、多糖等物质的培养基中,不发生这种转化,正好为 DNA 是遗传物质的转化实验形成了对照,同时也说明蛋白质等不是遗传物质。

【答案】A、B、C、D

【点评】本题能够帮助学生深入理解教材内容中关于“证明 DNA 是遗传物质”的科学方法。即:设法把 DNA 与蛋白质分开,单独地、直接地去观察 DNA 的作用。同时也使学生能够领略到科学实验的一些基本原则。例如:对照原则。

【例 2】烟草花叶病毒(TMV)和车前草病毒(HRV)均为感染烟叶使之出现感染斑的 RNA 病毒,都可因苯酚的处理而发生 RNA 与蛋白质的分离,由于亲缘关系很近,两者能重组。分别用它们的 RNA 和蛋白质形成杂种“病毒”去感染烟叶(图中⑤与⑥)。



烟叶被不同病毒成分感染图解:

- I: { ①TMV 的蛋白质感染
②TMV 的 RNA 感染
- II: { ③HRV 的蛋白质感染
④HRV 的 RNA 感染
- III: { ⑤HRV 的蛋白质与 TMV 的 RNA 杂交后感染
⑥TMV 蛋白质与 HRV 的 RNA 杂交后感染

请依图简答下列问题:

(1)①与②、③与④的结果不同,说明 _____

(2)②与④的结果不同,说明 _____

(3)图中⑤被杂交病毒感染后,在繁殖子代病毒过程中合成蛋白质的模板来自 _____,合成蛋白质的原料氨基酸由 _____ 提供。

(4)图中⑥被杂交病毒感染后,繁殖出的子代病毒将具有来自 _____ 的 RNA 和 _____ 的蛋白质。

【解析】烟草花叶病毒(TMV)和车前草病毒(HRV)都是 RNA 病毒,以 RNA 作为自身的遗传物质,其性状遗传不受其蛋白质外壳的影响。

【答案】(1)在无 DNA 的情况下,RNA 是遗传物质,能控制性状遗传,而蛋白质不是遗传物质



(2)不同的 RNA 控制不同的性状

(3)TMV 的 RNA 烟叶细胞

(4)HRV 由 HRV 的 RNA 控制合成

【点评】解答本题可增强学生对“RNA 也是遗传物质”知识点的理解和认识。



能力升级

1. 下列关于 DNA 的说法,正确的是 ()

- A. 细胞中的所有 DNA 都是染色体的组成成分
- B. 真核生物细胞中的遗传物质都是 DNA,病毒中的遗传物质都是 RNA
- C. 真核生物细胞中的细胞核、叶绿体和线粒体中都含有遗传物质 DNA
- D. 原核生物细胞中的细胞核、叶绿体和线粒体中都含有遗传物质 DNA

2. 噬菌体侵染细菌的全过程中,噬菌体的蛋白质外壳始终留在细菌的外面,对这一事实的下列说法正确的是 ()

- A. 在噬菌体的传种接代中,蛋白质不起遗传物质的作用即得到了证明
- B. 在噬菌体的传种接代中,起遗传作用的不是蛋白质即得到了证明
- C. 在噬菌体的传种接代中,起遗传作用的是 DNA 和蛋白质即得到了证明
- D. 在噬菌体的传种接代中,DNA 是主要的遗传物质即得到了证明

3. 在 DNA 的粗提取与鉴定的实验中,鉴定 DNA 是否存在,用的试剂是 ()

- A. 二苯胺(沸水浴)
- B. 二苯胺(温水浴)
- C. 亚甲基蓝
- D. 龙胆紫

4. 在 DNA 提取过程中,最好使用塑料试管和烧杯,目的是 ()

- A. 不易破碎
- B. 减少提取过程中 DNA 的损失
- C. 增加 DNA 含量
- D. 容易洗刷

结合有关“DNA 的粗提取与鉴定”实验,回答 5~7 题:

5. 在实验前制备鸡血细胞液时,用吸管除去离心管沉淀后的试管上清液的目的是

6. 该实验中有三次过滤,第一次过滤鸡血细胞液是为了;第二次过滤 0.14mol/L 氯化钠溶液是为了;第三次过滤 2mol/L 氯化钠溶液是为了。

7. 该实验中有五次用玻璃棒搅拌。第一次搅拌加蒸馏水的鸡血细胞液是为了;第二次搅拌加 2mol/L 浓度的氯化钠溶液的滤液是为了使其;第三次搅拌加蒸馏水至 0.14mol/L 氯化钠溶液是为了;第四次搅拌放入 2mol/L 氯化钠溶液中的纱布上的黏稠物是为了;第五次搅拌加体积分数为 95% 的酒精是为了。

8. 关于 DNA 粗提取的实验材料的选择,经过了多次实验效果的比较,最终选择鸡血做实验材料的原因是什么? 请据图回答问题:



(1)鸡血细胞中红细胞含

家鸡属于鸟类,新陈代谢旺盛,因而血液中

细胞数目较多,可以提供丰富的

(2)实验前由老师制备血细胞液供同学们做实验材料,而不用鸡全血,主要原因是

(3)生活在牧区的人们,采集牛、羊和马血比较方便,若他们按实验要求完成实验步骤后,结果是,这是因为这些动物和人类一样,但若改用动物肝做实验材料,实验顺利进行。这是因为

(4)若选用动物肝脏做实验材料,在提取之前,最好增加程序,使组织细胞更易分离。

二、DNA 分子的结构和复制

目标定位

1. DNA 分子的结构特点(理解)
2. DNA 分子复制的过程和意义(理解)

要点查看

1. DNA 分子的结构

(1) 结构层次(图 6-1-2)

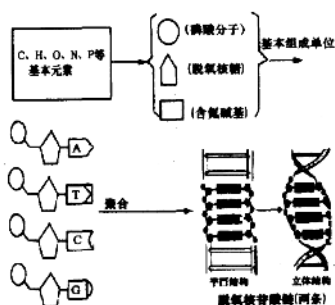


图 6-1-2

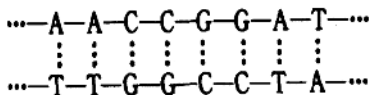
(2) 立体结构的特点有三:

①从整体上看, DNA 分子由两条反向平行的脱氧核糖核苷酸链盘旋而成。

②外侧, 磷酸和脱氧核糖交替连结, 构成基本骨架。

③内侧: 两条链上的碱基通过氢键连成碱基对。

(3) 碱基对的组成规律——碱基互补配对原则: 由于碱基的结构特点, 决定了一个嘌呤只能与一个嘧啶配对, 并且 A 一定与 T 配对, C 一定与 G 配对。也就是说在双链 DNA 分子中, 如果一条链上的碱基是 A, 则另一条链上对应的碱基一定是 T, 反之亦然; 如果一条链的碱基是 G, 则另一条链上与它配对的碱基一定是 C, 反之亦然。碱基互补配对原则可用下列图解表示。



(4) DNA 分子结构的特性

①稳定性: DNA 分子结构的双螺旋结构是相对稳定的。因为在 DNA 分子双螺旋结构的内侧, 通过氢键形成的碱基对, 把两条脱氧核苷酸长链稳固地联结起来。碱基对之间纵向的相互作用力也进一步加固了

DNA 分子的稳定性。

②多样性: 组成 DNA 分子的碱基虽然只有四种, 但是, 由于 DNA 分子碱基对的数量不同, 碱基对的排列顺序千变万化, 就构成了 DNA 分子的多样性。

例如, 一个具有 4000 个碱基对的 DNA 分子所携带的遗传信息是 4^{4000} 。

③特异性: 不同的 DNA 分子碱基对的排列顺序不同, 因此, 每一个 DNA 分子都有特定的碱基排列顺序, 这种特定的排列顺序就代表特定的遗传信息, 从而使 DNA 分子具有特异性。

2. DNA 分子的复制——遗传信息的传递

(1) 复制的时间: 体细胞的 DNA 分子复制发生在有丝分裂的间期。生殖细胞的 DNA 复制发生在减数第一次分裂的间期。

(2) 复制的场所: DNA 主要分布在细胞核内, 细胞核是 DNA 复制的主要场所。

(3) 复制的过程:(图 6-1-3)

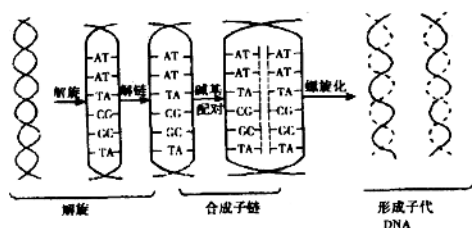


图 6-1-3

注意: 新合成的子链中的碱基排列顺序是母链经碱基互补配对决定的。

①解旋: 亲代 DNA 在解旋酶的作用下, 把两条螺旋的双链解开, 形成两条单链(母链)。解旋是使两条链之间的氢键断裂, 需 ATP 提供能量。

②子链合成: 以解开的两条母链为模板, 以周围环境中游离的脱氧核苷酸为原料各自合成与母链互补的一条子链。

③子代 DNA 分子的形成: 两条母链分别与各自决定的子链组成两个完全相同的 DNA 分子。

(4) 复制的基本条件: 模板、原料、能量以及酶等。

(5) 复制的方式: 一是边解旋边复制, 二是半保留复制。

(6) 复制结果: 一个亲代 DNA 分子形成了两个完全相同的子代 DNA。

(7) 复制与结构的关系: DNA 分子独特的双螺旋

结构的两条链都可以作为模板,碱基具有互补配对的能力,这种结构基础,保证了复制能准确无误的进行。

3. 制作 DNA 双螺旋结构模型

(1) 制作之前应明确的问题:

① 明确 DNA 双螺旋结构的三个特点。

② DNA 的基本单位是脱氧核苷酸。它可以再分解成三个更小的分子:明确三个分子用什么形状的薄片表示,并正确连结(图 6-1-4)。



图 6-1-4

③ DNA 分子中,每个脱氧核苷酸之间是通过磷酸和脱氧核糖的一个碳原子形成化学键而连结在一起。

④ DNA 分子的两条链是反向的,可通过表示脱氧核糖的正五边形的顶点表示出来,两条链上的碱基通过氢键连结,并遵循碱基互补配对原则。

⑤ DNA 分子的立体结构是两条反向平行脱氧核苷酸链盘绕形成的规则的双螺旋结构。

(2) 注意事项及成功关键:

① 严格按实验程序操作,按结构层次从小到大,从简单到复杂依次完成。

② 剪裁三个小分子时,应注意比例大小恰当。

③ 两条链的脱氧核苷酸的数目相同,长度一致,以保证模型的美观。

④ 各部件的连结应注意牢固性,以免旋转时部件脱落。

4. 碱基互补配对原则及其拓展

(1) 碱基互补配对原则是指在 DNA 分子形成碱基对时,A 一定与 T 配对,C 一定与 G 配对的——对应关系。该原则是核酸中碱基数量计算的基础。根据该原则可推知多条用于碱基计算的规律。

(2) 碱基互补配对原则的一般规律

规律一:一个双链 DNA 分子中, $A=T$ 、 $C=G$ 、 $A+G=C+T$,即嘌呤碱基总数等于嘧啶碱基总数。

规律二:在双链 DNA 分子中,互补的两碱基和(如 $A+T$ 或 $C+G$)占全部碱基的比等于其任何一条单链中该种碱基比例的比值且等于其转录形成的 mRNA 中该种比例的比值。

规律三:DNA 分子一条链中 $\frac{A+G}{C+T}$ 的比值的倒数等于其互补链中该种碱基的比值。

规律四:DNA 分子一条链中 $\frac{A+T}{C+G}$ 的比值等于其

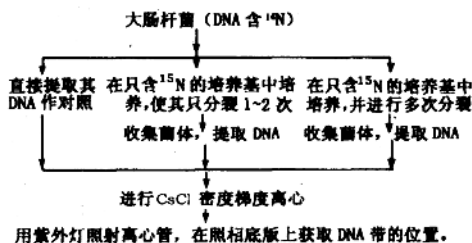
互补链和整个 DNA 分子中该种比例的比值。

5. DNA 半保留复制的实验——氯化铯密度梯度离心实验

(1) 氯化铯密度梯度离心:

氯化铯超速离心时,盐离子由于受到强大的离心力而被拉向离心管底部,同时溶液中存在的扩散作用与离心力相对抗,使 Cs^+ 与 Cl^- 分散在整个溶液中, $CsCl$ 经过离心后,溶液达到一种平衡状态,扩散和沉淀的两种相对力量保持平衡,形成一个连续的 $CsCl$ 浓度梯度,溶液的密度在离心管底部最大,顶部最小。如果 DNA 分子溶解在 $CsCl$ 中,它们会逐渐集中在一条狭窄的带上,则 DNA 分子的密度恰好与那一点的 $CsCl$ 密度相等。若用同位素标记 DNA 分子,则使 DNA 的密度不同,然后利用 DNA 能吸收紫外线的特点,用光源照射,则在照相底版上就出现了 DNA 的不同位置。

(2) 过程:



(3) 结果(图 6-1-5):

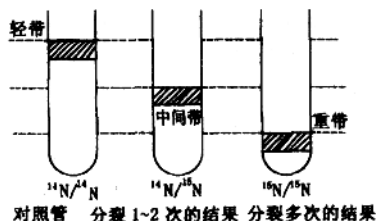


图 6-1-5

注意:分裂多次的结果中其实还有两条 DNA 单链为 ^{14}N 标记的,但因分裂多次,在整个 DNA 中含量很少,可以忽略。

6. DNA 分子的结构特点

(1) 分子结构的相对稳定性:

① DNA 的基本骨架由脱氧核糖和磷酸交替连接排列在外侧,这种顺序稳定不变。

② 碱基对之间有氢键相连。

③ 碱基与脱氧核糖之间也能形成氢键而使两条链发生螺旋状扭曲。



④DNA分子是由两条脱氧核苷酸长链盘旋成粗细均匀、螺距相等的规则双螺旋结构。

⑤大量碱基堆积在DNA分子内部,出现一个疏水区而形成碱基堆积力。

(2)DNA分子的多样性:构成DNA的脱氧核苷酸虽只有四种,配对方式仅两种,连接方式只四种,但其数目却可以成千上万,最重要的是形成的碱基对的排列顺序可以千变万化,从而决定了DNA分子的多样性。

例如:某DNA分子有10个碱基对,那么四种碱基的排列顺序有 $4^{10}=1048576$ 种。

(3)DNA分子的特性:

DNA分子上脱氧核苷酸排列顺序代表了遗传信息。特定的顺序决定了特定的遗传信息。这就是DNA分子的特性。

7. 设想在实验室合成DNA所需条件

DNA分子的复制是以DNA分子的双螺旋结构为基础的。1956年美国生物化学家康贝格首次在试管中人工合成了DNA分子。他将大肠杆菌中提取出的DNA聚合酶加入到具有四种丰富的脱氧核苷酸和适量的 Mg^{2+} 的人工合成体系中,四种脱氧核苷酸并不能聚合成脱氧核苷酸链——并没有发生DNA的合成。当加入了少量DNA做引子和ATP,在适宜温度条件下,一段时间后,测定其中DNA的含量。发现其中的DNA的含量增加了,并且这些DNA的(A+T):(C+G)的比值不是随意的,而与所加入的DNA引子相同。换句话说,新合成的DNA的特性不取决于人工合成体系中四种脱氧核苷酸的比例,也不取决于DNA聚合酶来自哪种生物,而完全取决于做引物的DNA分子。可见,子代DNA是以引物DNA分子为模板进行复制的。由此可知,DNA分子复制所需的基本条件是:模板——亲代DNA分子的每条链,原料——四种脱氧核苷酸,能量——ATP,酶——DNA聚合酶等。



例题刷新

【例1】由某生物组织中提取的DNA成分中,鸟嘌呤和胞嘧啶之和占全部碱基含量的46%,已知其中的一条链的碱基中28%是腺嘌呤,22%是胞嘧啶,求:①全部碱基中腺嘌呤占_____;②与已知链相对应的链中腺嘌呤占该链全部碱基的比例_____。

【解析】①根据碱基互补配对原则可知: $A=T$ 、 $C=G$,由这两个式子可推导出许多等式来,本题就可根据这些等式来计算,具体步骤如下:

因为G与C之和即G+C占DNA全部碱基数的46%,

$$\text{所以 } A+T=1-46\%=54\%$$

$$\text{又因为双链DNA中 } A=T,$$

$$\text{所以 } A=T=54\%\div 2=27\%$$

②的解法如下:因为根据上题已知双链中 $A+T=54\%$,

$$\text{又因为 } A_1+T_1=A_2+T_2$$

$$\text{所以在单链上每一条 } A_1+T_1 \text{ 的比例都是 } 54\%$$

$$\text{又根据上题已知 } A_1=28\%,$$

$$\text{所以 } T_1=26\%, \text{ 又因为 } T_1=A_2,$$

$$\text{所以 } A_2=26\%,$$

$$\text{即对应链中腺嘌呤占该链全部碱基的 } 26\%.$$

【答案】27%;26%

【点评】在计算碱基题时一定要注意题目中所给的比例或者要求的比例是占单链的比例还是占双链的比例。

【例2】如果把细胞中的一个DNA分子用 ^{15}N 进行标记,然后放在含 ^{14}N 的培养基中连续分裂4次,则最后含有标记的细胞占细胞总数的 ()

$$A. 1/32$$

$$B. 1/16$$

$$C. 1/8$$

$$D. 1/4$$

【解析】本题考查对DNA分子复制的理解,DNA分子的复制是半保留复制,子代DNA分子总是含有一条亲代DNA分子单链,因此标记了一个DNA分子之后,无论经过多少次复制,子代DNA分子中总是有两个子代DNA分子各含有一条标记链,而DNA每复制一次,通常情况下细胞便分裂一次。因此,细胞连续分裂4次,即DNA分子连续复制4次,所以解这一类题只要用2除以DNA分子总数或细胞总数就会得出正确答案,本题应是

$$2/2^4=2/16=1/8$$

【答案】C

【点评】DNA 复制的次数与细胞分裂次数是一致的(减数分裂除外)。

【例 3】用 ^{15}N 标记含有 1000 个碱基的 DNA 分子,其中有胞嘧啶 60 个,该 DNA 分子在 ^{14}N 的培养基中连续复制 4 次。其结果不可能的是 ()

- A. 含有 ^{15}N 的 DNA 分子占 $1/8$
- B. 含有 ^{14}N 的 DNA 分子占 $7/8$
- C. 复制过程中需腺嘌呤脱氧核苷酸 6600 个
- D. 复制结果共产生 16 个 DNA 分子

【解析】复制 4 次后共得 $2^4=16$ 个 DNA 分子,相当于净增加了 15 个 DNA 分子。只有两个 DNA 为杂合型($^{15}\text{N}^{14}\text{N}$),其余 14 个全为 ^{14}N 的 DNA 分子,占 $14/16=7/8$,即 16 个 DNA 分子全含有 ^{14}N 。

DNA 分子中, $\text{C}=60, \text{G}=60$,

所以 $\text{A}=\text{T}=(1000-120)\div 2=440$ 个,

因而复制 4 次需吸收 $\text{A}=440\times 15=6600$ 个。

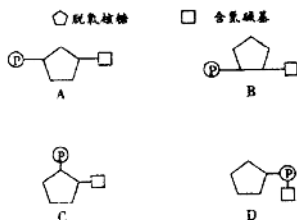
【答案】B

【点评】解答本题可深化理解“DNA 复制的特点以及碱基互补配对的原则”。



能力提升

1. 如下图所示,脱氧核苷酸的正确组成应为 ()



2. DNA 分子结构多样性的原因是 ()

- A. 碱基配对方式的多样性
- B. 磷酸和脱氧核糖排列顺序的多样性
- C. 螺旋方向的多样性
- D. 碱基对排列顺序的多样性

3. 一个 DNA 分子经严格复制后,新形成的 DNA 分子的子链应该是 ()

- A. 和 DNA 母链之一完全相同
- B. DNA 母链的片段
- C. 和 DNA 母链相同,但 T 被 U 替代
- D. 和 DNA 母链稍有不同

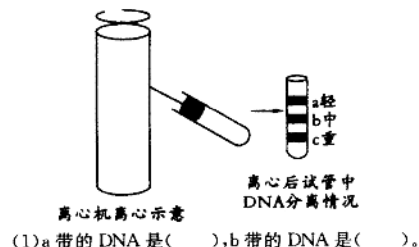
4. DNA 分子能自我复制的根本原因(分子基础)是 ()

- ①DNA 具有独特的双螺旋结构
- ②连接两条链的碱基有互补配对能力
- ③磷酸和脱氧核糖交互排列
- ④DNA 有特异性和多样性

- A. ①②
- B. ②③
- C. ③④
- D. ①④

5. 某同学欲制作一段具 12 对碱基的 DNA 片断模型,在准备材料时,至少需准备代表脱氧核糖的五边形纸片 _____ 块,代表磷酸的圆形纸片 _____ 块,代表不同碱基的长方形纸片 _____ 块。

6. 1958 年,梅塞尔森和斯塔尔做了如下实验:将大肠杆菌放在含 ^{15}N 的 NH_4Cl 的培养基中繁殖几代,其 DNA 由于 ^{15}N 的加入,而比普通大肠杆菌的 DNA 重 1%,再将含 ^{15}N 的 DNA 大肠杆菌移到含 ^{14}N 的 NH_4Cl 的培养基中繁殖一代,其 DNA 的重量为中间类型。如果再继续繁殖一代,结果出现两种重量的 DNA,即中间型和轻型。提取所有这些不同重量的 DNA 分子放在离心机内离心 3 个小时(如图所示),结果,这些 DNA 在试管内分成三条带。请分析说明:



(1) a 带的 DNA 是 (), b 带的 DNA 是 ()。

- A. 两条单链都含 ^{15}N
- B. 两条单链都含 ^{14}N
- C. 一条单链含 ^{14}N , 另一条单链含 ^{15}N

(2) 以上实验证明了 _____

三、基因的表达

目标定位

1. 染色体、DNA 和基因三者之间的关系,以及基因的本质(识记)
2. 基因控制蛋白质合成的过程和原理(识记)
3. 基因控制性状的原理(识记)

要点查看

1. 基因——有遗传效应的 DNA 片段

(1) 基因与性状的关系:基因是控制生物性状的基本单位,不同的基因控制不同的性状。

(2) 基因与染色体的关系:染色体是基因的载体,且一条染色体上可多个基因,并且呈线性排列。基因在染色体上的“座号”是一定的。

(3) 基因与 DNA 的关系:基因与 DNA 的关系反映了基因的本质,即基因是具有遗传效应的 DNA 片段。

(4) 遗传信息:

① 每个 DNA 有多个基因,一个基因含有成百上千个脱氧核苷酸,对于某个基因来说,其中的脱氧核苷酸的数目、种类和排列顺序是固定不变的,而不同的基因之间脱氧核苷酸的数目、种类和排列顺序是各不相同的。基因中包含着遗传信息,基因中的遗传信息是由基因中脱氧核苷酸的数目、种类和排列顺序决定的。

② 基因中脱氧核苷酸的排列顺序代表遗传信息,就如同电报的内容是由特定数字的排列顺序代表着电报内容的信息(电报中每四个数字的排列代表一个汉字)。

(5) DNA(基因)的两个基本功能:传递和表达遗传信息

亲代信息 $\xrightarrow{\text{复制}}$ 子代信息 $\xrightarrow{\text{表达}}$ 子代性状
有性生殖 个体发育

2. 基因控制蛋白质的合成

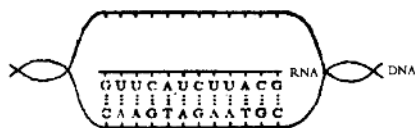
(1) DNA 与 RNA 的比较

① 相同点:二者都属于核酸,都是生物的遗传物质,基本单位都是核苷酸。

② 不同点:

核酸种类		DNA	RNA
项 目			
结 构		规则的双螺旋结构	通常呈单链结构
组成的基本单位		脱氧核糖核苷酸	核糖核苷酸
碱 基	嘌呤	腺嘌呤(A) 鸟嘌呤(G)	腺嘌呤(A) 鸟嘌呤(G)
	嘧啶	胞嘧啶(C) 胸腺嘧啶(T)	胞嘧啶(C) 尿嘧啶(U)
五碳糖		脱氧核糖	核糖
无机酸		磷 酸	磷酸
产生途径		DNA 复制, 逆转录	转录, DNA 复制
存在部位		主要位于细胞核中染色体上, 极少数位于细胞质中的线粒体和叶绿体上	主要位于细胞质中
功能		传递和表达遗传信息	① 信使 RNA: 转录遗传信息翻译的模板 ② 转运 RNA: 运输特定氨基酸 ③ 核糖体 RNA: 核糖体的组成成分

(2) 转录:是指以 DNA 分子的一条链为模板,按照碱基 A—U, C—G 互补配对原则,合成 mRNA 的过程。(图 6-1-6)



DNA 转录 RNA 示意图

图 6-1-6

(3) 翻译:是由 mRNA、tRNA 和核糖体三者协同作用,共同完成的。

mRNA 是合成蛋白质的直接模板。在 mRNA 上,每三个相邻的碱基——“密码子”决定一个氨基酸。

核糖体是细胞质中蛋白质合成场所,mRNA 经核孔出来后,就与核糖体结合起来,一条 mRNA 上可以相继结合多个核糖体,并且在 mRNA 上移动。

tRNA 是翻译过程中的“译员”。从 tRNA 的结构上分析,可以看出 tRNA“认识”两种文字:一端能够识别并结合特定的氨基酸;另一端有三个碱基(反密码子),只能专一地与 mRNA 上特定的三个碱基(一个密码子)配对。这样,核糖体每移动一个密码子位置,tRNA 就可以将一种特定的氨基酸转运到相应的位置上。

氨基酸之间通过肽键连结起来,形成肽链,肽链合成后,从 mRNA 上脱落下来,再经过一定的盘曲折叠,最终合成一个具有一定氨基酸顺序的、有一定功能的蛋白质分子。

就这样,在核糖体上,以 mRNA 为直接模板, tRNA 就把 mRNA 上的碱基顺序“翻译”成蛋白质分子中氨基酸的顺序。

由此可见, DNA 分子的脱氧核苷酸的排列顺序决定了 RNA 的核苷酸的排列顺序, RNA 的核苷酸的排列顺序决定了蛋白质的氨基酸的排列顺序,氨基酸的排列顺序决定了蛋白质的结构和功能的特异性,从而表现出生物的各种遗传性状。

上面所讲述的这种遗传信息从 DNA 传递给 RNA,再从 RNA 传递给蛋白质的转录和翻译的过程,以及遗传信息从 DNA 传递给 DNA 的复制过程,叫做“中心法则”。后来,某些病毒的逆转录过程以及 RNA 自我复制的发现,又补充和发展了“中心法则”,使遗传信息的传递和表达过程更加完整,以上过程可以总结为:



3. 基因对性状的控制

生物的遗传性状是受基因控制的,基因对性状的控制往往是通过控制蛋白质的合成来实现的。从功能上分析,生物体内的蛋白质主要有两大类:调节蛋白(主要是酶)和结构蛋白。因此基因对性状控制可以有两种方式,一是通过控制酶的合成来控制代谢过程,从而控制生物性状的。二是通过控制蛋白质分子的结构直接影响性状的。

4. 基因中的碱基、RNA 中的碱基和蛋白质中氨基酸的数量关系

转录时,组成基因的两条链只有一条能转录称为信息链或模板链,另一条链则不能转录。因此,转录形成的 RNA 分子中碱基数目是基因中碱基数目的 $\frac{1}{2}$ 。在转录时,基因模板链中的 (A+T) 或 (G+C), 与 RNA 分子中的 (U+A) 或 (C+G) 相等。

翻译过程中,信使 RNA 中每 3 个相邻碱基决定一个氨基酸,所以经翻译合成的蛋白质分子中的氨基酸数目是信使 RNA 碱基数目的 $\frac{1}{3}$ 。

总之,在转录和翻译过程中,基因中的碱基数(指双链)、RNA 分子中的碱基数、蛋白质分子中的氨基酸数之比为 6:3:1。参考下面图解(图 6-1-7):

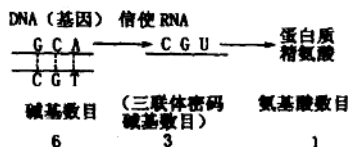


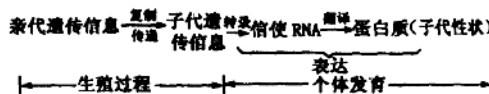
图 6-1-7

有关计算的关系式可总结为:蛋白质中肽链的条数 + 蛋白质中肽键数(或缩合时脱下的水分子数) = 蛋白质中氨基酸的数目 = 参加转运的 tRNA 数目 = $\frac{1}{3}$ mRNA 的碱基数 = $\frac{1}{6}$ 基因中碱基数。

遗传信息的传递与表达是 DNA 分子的基本功能,它们分别与生物的生殖和发育有关。

遗传信息的传递发生在传种接代过程中,通过复制实现遗传信息由亲代到子代的传递。

遗传信息的表达发生在生物个体发育过程中,是通过转录和翻译控制蛋白质合成的过程,通过遗传信息的表达控制个体发育过程。



5. 基因表达与个体发育之间的关系

(1) 个体发育是从受精卵的有丝分裂开始到性成熟个体形成的过程,在这一过程中,生物个体的各种性状(或表现型)得以逐渐表现。个体发育过程是受遗传物质控制的,发育过程是细胞内基因表达的结果。

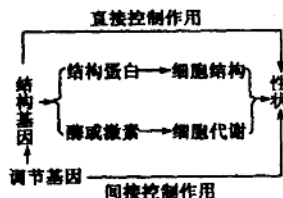
(2) 个体发育过程中产生的众多体细胞均来自同一受精卵的有丝分裂,因而含有相同的遗传物质或基因,但生物体不同部位细胞表现出的性状不同,而且不同性状是在不同时期表现的。

因而在个体发育中,生物体内基因的表达有如下特点:

① 虽然不同的细胞含有相同的基因,但不同的细胞表达不同的基因,即选择性表达。如胰岛细胞能表达胰岛素基因,但不表达血红蛋白基因。

② 细胞内基因顺序表达。

(3) 基因表达控制个体发育的方式。基因控制性状需经过一系列步骤,基因控制性状有如下两种方式:





6. 染色体、DNA、基因、遗传信息、密码子、性状之间的关系

染色体的主要成分是 DNA 和蛋白质, DNA 主要分布在细胞核内的染色体上, 真核细胞的叶绿体、线粒体也含有少量的 DNA, 所以说, 染色体是主要的 DNA 载体(细胞质内的 DNA 是裸露的, 不与蛋白质结合形成染色体)。一般地一条染色体含有 1 个 DNA 分子。

基因是具有遗传效应的 DNA 片断, 这就意味着, DNA 还存在着没有遗传效应的片断, 叫基因间区, 它们的功能目前还不清楚。一个 DNA 分子上可以有成百上千个基因, 染色体也是基因的载体, 且在染色体上呈直线排列, 并有特定的“座号”, 基因可随着染色体这个载体的行动而行动。

准确地说, 遗传信息是指基因的特定的碱基序列, 即遗传信息在 DNA 分子上。而密码子在 mRNA 上, 能决定一个氨基酸的三个相邻的三个碱基, 也叫“三联体密码子”。不能说密码子在 DNA 分子上。

性状是指一种生物形态结构或生理上的特征, 主要由蛋白质体现。生物的遗传性状是受基因控制的, 是通过基因控制蛋白质的合成来实现的。

7. 基因工程

分子水平的遗传工程就是基因工程, 又叫做基因拼接技术或 DNA 重组技术。具体地说, 基因工程就是把一种生物的主要遗传物质 DNA 分子的片段提取出来, 在体外进行切割, 彼此搭配, 重新“缝合”, 再引入到另一种生物的活细胞内, 使两者的遗传物质结合起来, 以改变其遗传结构, 创造新物种或新品种。其基本操作过程是: 把一种生物细胞中的 DNA 提取出来, 加入有切割作用的限制性内切酶, 简称限制酶(是从原核生物中发现的), 把 DNA 切成片段。另外又从细菌细胞中提取一种质粒(质粒是细菌细胞中染色体外的遗传物质), 这种质粒 DNA 能重新引入细菌细胞, 具有重要的运载作用。对质粒也加入同一种限制酶, 使质粒出现一个切口。以上两种切割的 DNA 片段的切割面, 形状要严格一致, 二者混合在一起, 使互补的片段彼此具有吸引力。再加入有“缝合”作用的连接酶, 这种生物的 DNA 片段(目的基因)就与质粒 DNA 完全缝合。让目的基因在受体细胞中表达。

基因工程常用的受体细胞是大肠杆菌、枯草杆菌、酵母菌、动植物细胞等。用于基因工程的受体菌都是对人无害的。由于它们繁殖力极强, 生长速度极快, 短期内就会产生大量的后代, 所以把目的基因转入这些细菌, 就能在短时间内得到大量的目的基因。

基因工程具有重要的实践意义。在农业上, 利用

基因工程进行特异基因的转移, 培育高产、优质、抗病的优良动植物新品种。最引人注目的课题是通过固氮基因的转移, 以解决肥料问题。在工业上, 基因工程在抗生素工业中已初步显示出巨大潜力。把产生抗生素的遗传基因移植到发酵时间短, 而又易于培养的某些细菌细胞中, 必将大大提高抗生素的产量。如有人把链霉菌生产链霉素的遗传基因转移到大肠杆菌中, 由于大肠杆菌容易培养、繁殖很快, 这样就可以大大简化生产链霉素的工艺过程, 并且提高链霉素产量。又如把家蚕产生丝蛋白的遗传物质转移到细菌中, 使细菌合成丝蛋白, 则将在发酵罐中获得蚕丝, 使整个蚕丝生产工业化。在医药上, 胰岛素的基因工程早已成功。它是利用逆转录酶和胰岛素的信使 RNA 来进行的。胰岛素基因很难从染色体里分离出来, 因此, 研究者从大鼠的胰脏组织分离出胰岛素的 mRNA, 经过逆转录酶, 得到胰岛素基因: 胰岛素 mRNA $\xrightarrow{\text{逆转录酶}}$ 胰岛素基因

然后, 再用同一种限制酶来处理胰岛素基因和有关质粒, 由此得到相同的黏性末端, 并把它们连接成为重组 DNA。最后重组 DNA“接合”到大肠杆菌中。于是, 大肠杆菌的细胞就成了制造胰岛素的“小工厂”了。用上述方法制造出来的胰岛素不同于家畜的, 也不同于人的, 因此应用时可能出现副作用。1983 年, 有研究者碰巧得到了人胰岛素 mRNA, 并运用上述方法得到人胰岛素基因。由此进行基因工程, 取得了成功。这样通过大肠杆菌制造出基因工程药——人的胰岛素。



例题刷新

【例 1】对一个基因的正确描述是 ()

- ① 基因是 DNA 分子上特定的片段
 - ② 它的分子结构首先由摩尔根发现
 - ③ 它决定着某一遗传性状或功能
 - ④ 它的化学结构不会发生变化
- A. ①和②
B. ①和③
C. ③和④
D. ①和④

【解析】基因是指具有遗传效应的 DNA 片段, 即特定的片段; 基因的概念是在 1908 年约翰逊编著《精密遗传学原理》一书中首次提出, 1926 年摩尔根发表《基因论》, 使染色体遗传理论系统化, 但其化学结构是在 1953 年阐明 DNA 双螺旋结构以后, 才被人们所认识。